

УДК 62-26, 62-293

Ю.М. Нижник, студентка гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОЧИЩЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОМ

Анотація. Стаття присвячена аналізу одного з сучасних методів використання ультразвуку – ультразвуковому очищенню. У роботі виконано огляд існуючої технології ультразвукового очищення, визначені її основні переваги та недоліки, а також поточні області застосування. Наведена схема з етапами очищення ультразвуком та вплив різних факторів на механізм очистки.

Ключові слова: ультразвукове очищення, кавітація.

ВСТУП

Сьогодні ультразвукові методи контролю, вимірювання та обробки застосовуються у багатьох сферах нашого життя [1]. Одним із напрямків розвитку ультразвукової техніки є очищення ультразвуком.

Перше комерційне обладнання для ультразвукового очищення з'явилося в 1950-х роках, а приблизно в 1970 році почало застосовуватися як відносно недорога побутова техніка [2].

Ультразвукові очищувачі використовуються для чищення багатьох різних типів предметів, включаючи ювелірні вироби, наукові зразки, лінзи та інші оптичні деталі, годинники, стоматологічні та хірургічні інструменти, монети, авторучки, ключки для гольфу, котушки для риболовлі, жалюзі на вікна, компоненти вогнепальної зброї, автомобільні форсунки, музичні інструменти, деталі промислових машин та електронне обладнання. Також сьогодні вже доступні ультразвукові прилади для очищення обличчя в домашніх умовах [2].

Важко перерахувати всі сфери, де задіяна технологія очищення ультразвуком, але наведеного достатньо, щоб зрозуміти наскільки поширеною і перспективною вона є на сьогодні.

УЛЬТРАЗВУКОВЕ ОЧИЩЕННЯ

Устаткування

Найпоширеніша система для ультразвукового очищення складається з трьох компонентів: резервуар для рідкого розчину, генератор, який є джерелом електричної енергії, і перетворювач, який перетворює електричну енергію в механічну. Вся ця конструкція знаходиться в корпусі і має дисплей налаштувань параметрів очистки. Резервуар може бути розроблений під конкретний тип деталей, що дає змогу застосовувати цей метод очистки в багатьох галузях.

Більшість ультразвукових генераторів приймають стандартний вхід змінного струму з частотою 50 - 60 Гц, а потім перетворюють його на постійний. Розміри варіюються від настільних блоків від 200 Вт до великих блоків потужністю 1000 Вт [3]. Перетворювачі можуть бути прикріплені до резервуару, або може бути використаний занурювальний перетворювач. Кількість і положення таких перетворювачів визначаються розміром і конфігурацією деталей, розміром резервуара тощо.

Етапи очищення в ультразвуковій ванні

Існує три основних етапи ультразвукового очищення:

1. Етап попереднього замочування, який є дуже важливим для ефективності системи. На цьому етапі деталь поміщають у нагрітий миючий розчин, який видаляє весь хімічно розчинний бруд та загальні забруднення.

2. Основний етап ультразвукового очищення, при якому очищення виконуються за допомогою кавітації в розчині.

3. Промивка очищеної частини. Ультразвук також може застосовуватися на цьому етапі для підвищення ефективності [3].

Процес ультразвукового очищення

При ультразвуковому очищенні на рідкий розчин впливають високочастотні ультразвукові хвилі. Ультразвукова енергія зазвичай уводиться в розчин за допомогою перетворювача, який перетворює електричну енергію в механічну. Звукові хвилі генерують зони високого та низького тиску у всій рідині. В зонах негативного тиску температура кипіння зменшується і утворюються мікроскопічні вакуумні бульбашки. По мірі руху звукових хвиль ця сама зона стає зоною позитивного тиску, що призводить до вибуху бульбашок. Це називається кавітацією і є основою для ультразвукового очищення.

Кавітація спричиняє величезний тиск (близько 10000 фунтів на квадратний дюйм) і високі температури (приблизно 20000 °F у мікроскопічному масштабі). Такі тиски та температури послаблюють забруднення, дають змогу розчиннику проникнути до забруднень, що знаходяться глибше, та проводять фактичне очищення.

Вода та багато інших розчинників використовуються як засоби для чищення. Важливо підбирати миючі розчини на основі їх здатності поєднувати кавітаційну активність з хімічною дією. Для найкращих результатів очищення необхідно провести випробування з кожним набором деталей, щоб отримати оптимальне поєднання концентрації розчину та кавітації.

Існує три механізми руйнування поверхневих забруднень кавітаційними бульбашками: відшарування, струменеве очищення і емульгування.

Дуже важливим параметром, що впливає на ефективність процесу очищення, є інтенсивність ультразвуку. Вибір інтенсивності залежить від виду виробу, характеру забруднення, миючої рідини тощо. Залежно від виду забруднень доцільно використовувати наступні значення інтенсивності:

- до 1-3 Вт/см² – для легких забруднень (масляних і жирових);
- від 3 до 10 Вт/см² – для середніх забруднень;
- понад 10 Вт/см² – для сильних забруднень (лакових плівок, травильних шлаків);
- до 100 Вт/см² – для очищення протяжних каналів малого діаметра.

Різноманіття завдань і об'єктів очищення обумовлює необхідність враховувати безліч специфічних факторів при реалізації процесів і вирішення проблем автоматизації ультразвукового впливу в оптимальному режимі. В загальному вигляді вплив різних факторів на механізм очистки можна представити у вигляді схеми [4], що представлена на рис. 1.



Рис. 1. Фактори, що впливають на механізм очистки

ПОРІВНЯННЯ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОЧИЩЕННЯ

Переваги:

- очищення виробів складної форми;
- швидке очищення (від 1 до 30 хв);
- зменшення небезпеки для здоров'я (ефективність технології значно зменшує або усуває потребу в сильних розчинниках);
- не потребує спеціальних знань (обладнання для побутового використання);
- подовжує термін використання інструментів, виробів (не відбувається псування через вплив розчинів високої концентрації) [5];
- вважається етапом перед стерилізаційної обробки інструментів (проте тут забезпечується і певний рівень дезінфекції);
- досить економне у використанні.

Недоліки:

- ультразвукове очищення вимагає, щоб деталь була занурена в миючий розчин;
- необхідно проводити випробування для отримання оптимальної комбінації концентрації миючого розчину та рівня кавітації;
- електрична потужність, необхідна для великих резервуарів, як правило, обмежує розміри деталей, які можна очистити;
- тенденція густих масл та мастил поглинати ультразвукову енергію може обмежити їх видалення.

ВИСНОВКИ

Хоча перша згадка про побутовий ультразвуковий очищувач датується приблизно 1970 роком, сьогодні небагато прикладів використання таких приладів саме в домашніх умовах, проте вони все-таки є, а це означає, що галузь ультразвукового очищення розвивається і, можливо, скоро ультразвуковий очищувач вдома буде звичною справою. З огляду на його переваги та універсальність матеріалів та виробів, які можна очистити за допомогою цієї технології, а також властивість окрім чистоти забезпечувати часткову дезінфекцію – цей метод дійсно можна розглядати в перспективі для використання в домашніх умовах.

Варто зазначити, що ультразвукове очищення може застосовуватися і для більш глобальних цілей. Наприклад очищення стічних вод або переробка забруднених нафтою ґрунтів за допомогою ультразвуку. Розвиток таких технологій може стати важливим кроком для досягнення оптимального екологічного стану в майбутньому.

Незважаючи на всі сьогоднішні досягнення, наукове дослідження ультразвуку все ще продовжується, і сьогоднішні ідеї завтра можуть стати технологією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Галаган Р. М. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник / Р. М. Галаган. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с.
- [2] Ultrasonic cleaning [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasonic_cleaning#Design_and_operating_principle.
- [3] Douglas W. Guide to Cleaner Technologies: Cleaning and Degreasing Process Changes / Williams Douglas. – Washington, 1994.
- [4] Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. - Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010.-203с.
- [5] Как моет ультразвук. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nailsplus.com.ua/polezno-znat/ultrazvukovie-moyki>.

Наук. керівник – кандидат технічних наук, доцент, Галаган Р.М.